

試験管に付着したゴム状硫黄の除去方法の確立

1年4組 吉見心優 1年1組 田中風吹 1年2組 浅田美晴 1年2組 井上日和
指導者 浦辻規幸

1 背景・目的

硫黄の同素体の生成実験において、試験管を用いるため、ゴム状硫黄が試験管内部に付着する。

兵庫県立教育研修所の研究により、試験管にこびりついた硫黄は水酸化ナトリウムを入れて煮沸し、冷えてから水に移してブラシで擦ると簡単に取れることが述べられている^[1]。しかし、これは熱濃塩基を用いるため、試験管をとかしてしまう可能性がある。また上杉らの研究により、ゴム状硫黄を取り除くには、ゴム状硫黄を液体窒素に浸し、それでも取れなかった場合は、6.0MのNaOH水溶液を入れて擦る方法が最適だということが分かっている^[2]が、その方法で硫黄を取り除けた試験管の本数は50本中24本であり、全てを除去することは難しい。

そこで本研究では、熱濃塩基を使わず、完全に硫黄を除去することを目指した。

2 方法

ゴム状硫黄は室温に数日置いておくと、しだいに黄色の斜方硫黄に変化する^[3]ことが分かっている。また斜方硫黄と液体窒素はともに無極性分子からなり、液体窒素は常温で気化し爆発的に体積が大きくなる性質がある。そこで本研究では次の4つの仮説を立て検証を行う。

- (1) 試験管内にある硫黄がゴム状硫黄でなければ、除去率が高くなる。
- (2) ゴム状硫黄を取り出した後の試験管の置き方を横置きにし、表面積を大きくすることで、除去率が高くなる。表面積を大きくするため残ったゴム状硫黄が底にたまらないようにする。
- (3) 試験管を静置する時間を長くすることでゴム状硫黄が斜方硫黄に戻り、除去率が高くなる。
- (4) 液体窒素について硫黄が除去できるのは、温度変化により硫黄の体積が小さくなったことと、無極性分子である液体窒素が硫黄の隙間に入り気化したことのいずれかが原因である。

以上4つの検証を行うため、ゴム状硫黄が付着した試験管について実験①～④を行う。ゴム状硫黄が付着した試験管は、硫黄を試験管の中に3分の1入れて加熱し、生成されたものを外部に放出して作成した。また比較検討のため、作成した試験管はいずれも指定の日数静置後、液体窒素が試験管内部に入るようにして試験管全体を30秒浸し、6Mの水酸化ナトリウム水溶液5.0mlを試験管の壁面に沿うように入れて24時間静置し、最後に試験管洗浄機で洗浄することとする。

実験① ゴム状硫黄と単斜硫黄の比較

斜方硫黄と構造が同じ単斜硫黄とゴム状硫黄を生成し、縦置きで100日間静置し、比較。

実験② 縦置きと横置きの比較

縦置きと横置きで100日間静置し、比較。

実験③ 日数による比較

期間は0日、25日、100日で横置きで静置し、比較。

実験④-A 液体窒素の役割

100日間横置きの状態で静置する。その後、液体窒素が試験管内部に入れるものと液体窒素が試験管内部に入り込まないようにして試験管外部のみを30秒冷却する条件に変え比較。

実験④-B 水酸化ナトリウム水溶液の役割

液体窒素と接触させず水酸化ナトリウム水溶液のみ実験。

3 結果

結果を表1に示す。表中のa~dは、評価基準（a;すべて除去できた, b;残った硫黄が2mm未満, c;残った硫黄が4mm未満, d;残った硫黄が4mm以上）により除去を評価したものである。

表1 実験の結果

番号	置いた日数	置き方	硫黄	液体窒素の入れ方	本数	液体窒素				水酸化ナトリウム			
						a	b	c	d	a	b	c	d
1	100	縦	ゴム状	中	9	0	0	1	8	1	0	1	7
2	100	縦	単斜	中	9	7	0	0	2	7	0	0	2
3	0	横	ゴム状	中	10	0	0	0	10	5	0	3	2
4	25	横	ゴム状	中	10	0	1	1	8	5	4	0	1
5	100	横	ゴム状	中	10	2	3	2	3	10	0	0	0
6	100	横	ゴム状	外	10	0	0	0	10	3	0	2	5
7	0	横	ゴム状	無	10	-	-	-	-	2	0	0	8

4 考察

実験① ゴム状硫黄と単斜硫黄の比較 について

番号1と2の比較より、単斜硫黄は取れやすい状態に戻るが、分子構造の異なるゴム状硫黄は斜方硫黄に戻ってないことが考えられる。

実験② 縦置きと横置きの比較 について

番号1と5を比較より、仮説にある表面積を大きくすることが大きな要因の一つであることが考えられる。また、縦置きの番号1はほとんどの試験管の底に硫黄が溜まっており、除去することができない状態である。この結果より試験管の置き方を横置きにし、底に硫黄が溜まらないようにすると除去しやすくなることが考えられる。

実験③ 日数による比較 について

番号3~5の比較より、長期静置により硫黄を除去することができ、長期静置により除去率が上がることが分かった。

実験④-A 液体窒素の役割 について

番号5と6の比較より、温度による影響ではなく、液体窒素が接触することが除去の要因であると考えられる。

実験④-B 水酸化ナトリウム水溶液の役割 について

番号3と7の比較より、液体窒素との併用が重要であることが示唆される。

5 結論と今後の展開

横置きで100日静置した試験管に液体窒素をかけ、6.0Mの水酸化ナトリウムを使用すると10本中10本硫黄を除去することができた。本研究によりゴム状硫黄の除去方法を確立することができた。

参考文献

- [1] 「実験科学-3」 兵庫県立教育研究所
<http://www.hyogo-c.ed.jp/~rikagaku/jjmaual/jikken/kaga/kaga03.htm>
- [2] 「ゴム状硫黄の最適な除去方法」 上杉 夏蓮, 幸瀧 美嘉, 児玉 亜門
令和3年度愛媛県宇和島東高等学校 SSH 生徒課題研究論文集 p.6-7
- [3] 「硫黄について:歴史,性質,化学的特徴から生体における役割まで(身近な元素の世界)」
越野省三 化学と教育 62巻(2014)1号 p.26-29